

## **Ферментативная активность биоты дерново-подзолистой почвы таёжной экосистемы Западной Сибири**

Н.А.Малахова

N. A. Malakhova

Новосибирский государственный аграрный университет, [shymen@inbox.ru](mailto:shymen@inbox.ru)

*Рассматривается ферментативная активность почвенной биоты на разных стадиях сукцессии таёжной экосистемы в дерново-подзолистой почве. Особое внимание уделено ферментам, которые участвуют в азотном цикле: нитрогеназе, протеиназе, уреазе, нитратредуктазе. Одновременно из окислительных ферментов изучена активность каталазы, которая участвует во всех процессах разложения растительных остатков и формирования гумусовых соединений. В результате проведённых исследований установлено, что окислительные ферменты и нитратредуктаза активны на ранней и средней, а протеиназа и уреазы на средней и зрелой стадии сукцессии. Нитрогеназная активность не всегда отмечается по ходу сукцессионных перестроек экосистемы.*

*Ключевые слова: ферментативная активность, каталаза, нитрогеназа, протеиназа, уреазы, нитратредуктаза*

Почва - компонент экосистемы, который является неотъемлемой составляющей биогеоценозов биосферы с многочисленными химико-биологическими связями. Важнейшую роль в формировании и поддержке физико-химических свойств почвы играют живые организмы [1].

Жизнедеятельность биоты осуществляется благодаря комплексу ферментативных систем. Ферментативная активность обеспечивает интенсивность и направленность многих биохимических процессов, связанных как с превращением веществ и энергии в процессе аккумуляции органического вещества, так и биосферных процессов в целом [2].

**Целью работы** является выявление ферментативной активности почвенной биоты дерново-подзолистой почвы в ходе сукцессии таёжных экосистем с учётом продукционно-деструкционных процессов круговорота азота.

Почвенные образцы отбирались в разновозрастных лесах дерново-подзолистой почвы Томской области: сосновый лес (18-20 лет); тёмнохвойный лес (50-70 лет); елово-пихтовый лес (80- 100 лет).

Культуры водорослей под № 8-13 выделены на агаризованных средах из дерново-подзолистой почвы молодой таёжной экосистемы 18-20 летнего возраста; культуры под № 2-7 – среднего 60-80 летнего возраста; № 0-1 - зрелого 80-100 летнего возраста. Определение протеазы, пептидазы, уреазы и каталазы проводили по общепринятым методам [3], нитрогеназы, нитратредуктазы методами А.Ш. Галстян и Л.В. Маркоросян [4].

Каталаза - фермент, простетическая группа которого содержит атом железа. Каталаза определяет окислительно-восстановительные процессы, гумусообразование и минерализацию. Кроме того, каталаза участвует в процессах детоксикации почв [5].

Проявление каталазной активности водорослей наиболее высоко на средней стадии сукцессии - 375 мл O<sub>2</sub>/ мин (табл. 1).

Таблица 1

Каталазная активность водорослей дерново-подзолистой почвы  
на разных стадиях сукцессии (мл O<sub>2</sub> / мин)

| Стадия сукцессии | Число культур | Пределы колебаний | Среднее |
|------------------|---------------|-------------------|---------|
|                  |               | 5 мин             | 5 мин   |
| Ранняя           | 6             | 150-300           | 200     |
| Средняя          | 6             | 300-450           | 375     |
| Зрелая           | 2             | 150-300           | 225     |

Пределы колебаний по стадиям сукцессии весьма незначительны, но при этом наиболее высокое среднее значение отмечено для средней стадии сукцессии.

Из ферментов цикла азота были определены ферменты нитрогеназа, протеиназа, пептидаза, уреазы и нитратредуктаза.

Активность нитрогеназы выше для культур водорослей средней, чем ранней стадии сукцессии (табл. 2).

Таблица 2

Нитрогеназная активность водорослей дерново-подзолистой почвы  
на разных стадиях сукцессии (мг связанного азота за сутки)

| Стадии сукцессий | Число культур | Пределы колебаний | Среднее     |
|------------------|---------------|-------------------|-------------|
| Ранняя           | 6             | 0,12-0,17         | 0,14        |
| Средняя          | 6             | 0,17-0,58         | 0,26        |
| Зрелая           | 2             | отсутствует       | отсутствует |

Для культур зрелой стадии сукцессии нитрогеназная активность не проявилась. Видами азотфиксаторами являются виды рода *Nostoc*, которые наряду с другими цианопрокариотическими организмами являются основными азотфиксаторами в почве.

Протеолитические ферменты гидролизуют белковые вещества и превращают их в более простые соединения, которые используются клеткой в обменных процессах.

Протеиназная активность водорослей увеличивается от ранней к зрелой стадии сукцессии (табл. 3).

Таблица 3

Протеиназная активность водорослей дерново-подзолистой почвы  
на разных стадиях сукцессии (мг разложенного желатины за сутки)

| Стадии сукцессии | Число культур | Пределы колебаний | Среднее |
|------------------|---------------|-------------------|---------|
| Ранняя           | 5             | 0,15-0,17         | 0,16    |
| Средняя          | 6             | 0,14-0,22         | 0,17    |
| Зрелая           | 2             | 0,18-0,25         | 0,215   |

Как пределы колебаний, так и среднее значение постепенно увеличиваются по ходу сукцессии.

Уреаза катализирует разложение мочевины на аммиак и двуокись углерода. Фермент уреазы в культурах водорослей не выявлена. Уреазная активность бактерий дерново-подзолистой почвы высокая (табл. 4).

Таблица 4

Уреазная активность бактерий дерново-подзолистой почвы  
на разных стадиях сукцессии (мг  $\text{NH}_3$  на 1 г культуры за сутки)

| Стадии сукцессии | Число культур | Пределы колебаний | Среднее |
|------------------|---------------|-------------------|---------|
| Ранняя           | 10            | 500-550           | 513     |
| Средняя          | 7             | 125-550           | 457     |
| Зрелая           | 5             | 520-2000          | 829     |

На ранней стадии сукцессии изменялась в пределах 500-550мг, составляя в среднем 513 мг разложенной мочевины. На средней стадии – предел колебаний 125-550мг, в среднем - 457 разложенной мочевины. На зрелой – предел колебаний 520-2000 мг, в среднем – 829 мг разложенной мочевины, то есть фиксируется максимум уреазной активности на зрелой стадии сукцессии таёжной экосистемы.

Нитратредуктаза молибденсодержащий фермент, катализирующий восстановление нитрата до нитрита в процессе ассимиляции нитрата. Нитратредуктазная активность водорослей проявляется закономерно по стадиям сукцессии (табл. 5). Более высокие показатели нитратредуктазы характерны для культур водорослей, выделенных из почвы таёжной экосистемы на средней стадии сукцессии, где они составляли 0,265 мг восстановленного  $\text{NO}_3$  на 1 г культуры. Почти в 2 раза ниже эти показатели у бактерий ранней стадии сукцессии (0,14 мг  $\text{NO}_3$  на 1 г культуры).

Таблица 5

Нитратредуктазная активность водорослей дерново-подзолистой почвы  
на разных стадиях сукцессии (мг восстановленного  $\text{NO}_3$  на 1 г культуры за сутки)

| Стадии сукцессии | Число культур | Пределы колебаний | Среднее |
|------------------|---------------|-------------------|---------|
| Ранняя           | 6             | 0,12-0,17         | 0,14    |
| Средняя          | 6             | 0,14-0,58         | 0,265   |
| Зрелая           | 2             | 0,0,2-0,25        | 0,225   |

#### Выводы

1. Ферменты азотного цикла у почвенной биоты дерново-подзолистой почвы на разной стадии сукцессии таёжной экосистемы имеют неодинаковую активность.
2. Протеиназа и уреаза более активны на среднем и заключительном зрелом этапе сукцессии.
3. Нитратредуктаза более активна на ранней и средней стадии сукцессии.
4. Нитрогеназная активность не всегда отмечается по ходу сукцессионных перестроек экосистемы.
5. Окислительный фермент каталаза активен на ранней и средней стадии сукцессии.

#### Литература

1. Добровольский Г. В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. Никитин. М.: Наука, 1990. 261 с.
2. Звягинцев Д. Г., Бабьева И.П., Г.М. Зенова Биология почв: Учебник . М. : Изд-во МГУ, 2005. 445 с.
3. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. - М.: Наука, 1990. - 202с.
4. Красильников Н.А. Выделение ферментов корнями высших растений. Докл. АН СССР, 1952. Т.87. №2. С. 309-312.
5. Галстян А.Ш., Маркоросян Л.В. Определение активности нитратредуктазы почвы. – Докл. АН Армянской ССР. – 1966. – Т.43, №3. – С.147-150.

#### Summary

Discusses the enzymatic activity of soil biota at different stages of succession taiga ecosystems in sod-podzolic soil. Special attention is paid to the enzymes that are involved in the nitrogen cycle: the nitrogenase, proteinase, peptidase, urease, nitratoreductase. At the same time from oxidative enzymes studied the activity of catalase, which is involved in all processes of decomposition of plant residues and the formation of humic compounds. As a result of the research showed that oxidative enzymes and nitratoreduktaza active in the early and middle, and the proteinase, peptidase and urease on average and mature successional stage. Nitrogenase activity is not observed along the successional ecosystem reconstructions

